

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

**Tvorba upínacích přípravků pro EMCO PC
MILL 155 při využití CAD/CAM systému
EdgeCAM**

Work-holding Device Creation for EMCO PC
MILL 155 by means of CAD/CAM System
EdgeCAM

Student:

Tomáš Brožíček

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marek Sadílek, Ph.D.

Ostrava 2010

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Zadání bakalářské práce

Student:

Tomáš Brožíček

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Tvorba upínacích přípravků pro EMCO PC MILL 155 při využití
CAD/CAM systému EdgeCAM
Work-holding Device Creation for EMCO PC MILL 155 by means of
CAD/CAM System EdgeCAM

Zásady pro vypracování:

1. Přehled současného stavu aplikací CAD/CAM systémů.
2. Přehled současného stavu zavádění upínacích přípravků v CAM systémech.
3. Konstrukční návrh řešení upínacích přípravků pro stroj EMCO PC MILL 155 v CAD systému.
4. Návrh řešení upínacích přípravků pro stroj EMCO PC MILL 155 v CAM systému.
5. Závěry pro realizaci v praxi.

Seznam doporučené odborné literatury:

SADÍLEK, M. *CAM systémy v obrábění I*. VŠB – TU Ostrava, 2008, 153 s., ISBN 978-248-1821-4.
SONETECH s.r.o.. *Integrovaný programovací systém pro číslicově řízené stroje - EdgeCAM - Frézování – EdgeCAM intelligent manufacturing*. Uživatelská příručka, 80 stran, pdf dokument, 2005.
SONETECH s.r.o.. *Integrovaný programovací systém pro číslicově řízené stroje - EdgeCAM – Začínáme s EdgeCAM – EdgeCAM intelligent manufacturing*. Uživatelská příručka, 48 stran, pdf dokument, 2005.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marek Sadílek, Ph.D.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010


prof. Dr. Ing. Josef Brychta
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 21.5.2010


.....

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB -TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21.5.2010



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Tomáš Brožíček

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Na Příkopech 179

Třebíč

674 01

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

BROŽÍČEK, T. *Tvorba upínacích přípravků pro EMCO PC MILL 155 při využití CAD/CAM systému EdgeCAM : bakalářská práce.* Ostrava: Katedra obrábění a montáže, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2010, 50 s. Bakalářská práce, vedoucí Ing. Sadílek, PhD., M.

Bakalářská práce se zabývá tvorbou upínacích přípravků v CAD/CAM systémech. V úvodní části práce je uveden přehled pojmů z oblasti výroby pomocí CNC strojů a s tím spojená výroba integrovaná počítačem. Dále je zobrazen současný stav zavádění upínacích přípravků do CAM systémů, zde se analyzují výhody a úskalí jednotlivých způsobů zavádění. V praktické části je popsán postup CAD/CAM návrhu strojního svěráku a upínek, zahrnující tvorbu, úpravu a aplikaci. Výsledkem je vytvoření dvou souborů sloužících k ověřování správnosti NC-programů v systému EdgeCAM. Poslední část práce se věnuje dodatkům k praktické aplikaci upínačů pro zadaný stroj *EMCO PC MILL 155* a novému návrhu konstrukčního řešení upínek.

ANNOTATION OF THESIS

BROŽÍČEK, T; *Work-holding Device Creation for EMCO PC MILL 155 by means of CAD/CAM System EdgeCAM : Bachelor thesis.*, Ostrava: Department of Machining and Assembly, Faculty of Mechanical Engineering VŠB - Technical University of Ostrava, 2010, 50 p. Thesis, Head: Ing. Sadílek, PhD., M.

The bachelor thesis deals with creating fixture in the CAD / CAM systems. In the first part contains an overview of concepts of production with CNC machines and related computer-integrated manufacturing. Furthermore, it shows the current status of implementation fixture in CAM, there are analyzed the advantages and pitfalls of various methods of implementation. The practical part describes the CAD / CAM design engineer and vice clamps, including creation, modification and application. The result is to create two files byte by byte used to verify the accuracy of NC-programs in the EdgeCAM system. The last part is devoted to additions to the practical application of the clamps for the specified machine EMCO PC MILL 155 and a new clamp design sollution proposal.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	8
1. ÚVOD.....	9
2. APLIKACE CAD/CAM SYSTÉMŮ.....	10
2.1 UPLATNĚNÍ CAD/CAM SYSTÉMŮ V OBRÁBĚNÍ	10
2.2 POSTUP VÝROBY SOUČÁSTI V CAD/CAM SYSTÉMECH.....	10
3. SYSTÉM CIM A JEHO ZÁKLADNÍ PODSYSTÉMY	13
3.1 CIM SYSTÉM	13
3.2 CAD SYSTÉM	15
3.3 CAM SYSTÉM	15
3.4 CAE SYSTÉM.....	16
3.5 CAPP SYSTÉM.....	16
3.7 CAPPS SYSTÉM.....	17
3.8 CAPE SYSTÉM.....	17
3.9 CAQ SYSTÉM	17
4. POSTPROCESING	18
5. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU ZAVÁDĚNÍ V CAM SYSTÉMECH.	19
5.1 POUŽITÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V REŽIMU OVĚŘOVÁNÍ	19
6. KONSTRUKČNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAD SYSTÉMU.....	22
6.1 ZÁKLADNÍ POPIS MODELOVANÝCH PRVKŮ	22
6.2 MODELOVÁNÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ	24
6.2.1 Svěrák RÖHM 721 UH.....	24
6.2.2 Upínka	28
7. NÁVRH ŘEŠENÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAM SYSTÉMU.....	29
7.1 ZÁKLADNÍ KROKY V EDGECAMU	29
7.2 VLOŽENÍ SVĚRÁKU	32
7.2.1 Tvorba makra svěráku.....	32
7.2.2 Vložení svěráku pomocí makra.....	34
7.2.3 Řešení chyb makra.....	39
7.3 VLOŽENÍ UPÍNEK.....	40
7.4 SIMULACE	40
8. POZNATKY PRO PRAXI	42
8.1 SVĚRÁK.....	42

8.2	UPÍNKY	44
8.2.1	<i>Konstrukční návrh nového řešení upínek.....</i>	<i>46</i>
9.	ZÁVĚR	48
10.	POUŽITÁ LITERATURA	49

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Značení	Význam
CA	počítačem podporované systémy
CAA	počítačová podpora montáže výrobků
CAD	počítačová podpora konstruování
CAE	počítačová podpora inženýrství
CAM	počítačová podpora výroby
CAMA	počítačová podpora údržby a řízení
CAPE	počítačová podpora výrobního inženýrství
CAPP	počítačová podpora návrhu a tvorby technické dokumentace
CAPPS	počítačová podpora plánování a řízení
CAQ	počítačová podpora řízení kvality
CARC	počítačová podpora řízení průmyslových robotů a manipulátorů
CAT	počítačová podpora měření diagnostiky
CATS	počítačová podpora řízení dopravy a skladů
CIM	výroba integrovaná počítačem
CNC	počítačem číslicově řízený
CPL	konstrukční rovina v programu EdgeCAM 2010
ISO	mezinárodní norma
NC	číslicově řízený
PCI	parametrický makro jazyk
PLM	životní cyklus výrobku
2D	dvourozměrný prostor
3D	třírozměrný prostor
*.aim	přípona vytvořené sestavy v programu Autodesk Inventor 2010
*.epf	přípona uložené součásti ve studijní verzi v programu EdgeCAM 2010
*.ipt	přípona vytvořeného modelu v programu Autodesk Inventor 2010
*.mcp	přípona postprocesoru v programu EdgeCAM 2010
*.pci	přípona vytvořeného makra v programu EdgeCAM 2010
*.pmod	přípona vytvořeného modelu v programu EdgeCAM Part modelář 2010
*.ppf	přípona uložené součásti v programu EdgeCAM 2010
*.x_b	přípona vytvořeného modelu ve formátu Parasolid

1. ÚVOD

Nikdy předtím nebyla patrná tak rychlá expanze výpočetní techniky jako za poslední dvě desetiletí. Lidé si navykli používat počítače v každodenním životě za účelem usnadnění a zefektivnění práce nebo pouze jen pro zábavu. Tento fakt zapříčinil, že počítačová technika si záhy našla pevné místo v průmyslu, zvláště pak ve výrobě.

Snaha okamžitě reagovat na požadavky trhu vedla k myšlence pružné výroby, která je často realizována CNC (počítačem číslicově řízenými) stroji. Ruku v ruce s CNC stroji jde CIM (počítačem integrovaná výroba), která umožňuje řízení veškerých činností výrobního podniku. Potřeba zvýšení efektivnosti výroby dnes vede k počítačové integraci i při malých sériích nebo dokonce při kusové výrobě. S CIM úzce souvisí CAD/CAM systémy.

Primárním úkolem této práce je vytvořit modely upínacích přípravků pro CNC obráběcí stroj EMCO PC MILL 155 sloužící studentům z řad katedry 346 k ověření správnosti jejich NC programů v CAM systému EdgeCAM.

Čtenáři se dozví, jakým způsobem se modely upínacích přípravků vytvářejí a používají v CAD/CAM systémech a čím jsou limitováni při aplikaci v praxi. Získají základní představu o stavu zavádění a ověřování upínacích přípravků v CAM systémech.

Sekundárním cílem práce je objasnění základních pojmů náležících do oblasti výroby pomocí CNC strojů, což zahrnuje počítačem řízenou výrobu a tím i CAD/CAM systémy. Ačkoliv to nebyl původní záměr práce, došlo i na nový návrh konstrukčního řešení upínek pro zadaný stroj.

Po přečtení tohoto textu by se měl čtenář orientovat v základní problematice výroby pomocí CIM. Zároveň by měl dokázat vytvořit a aplikovat upínací přípravky do procesu ověřování v systému EdgeCAM tak, aby dal vzniknout bezpečnému NC programu.

2. APLIKACE CAD/CAM SYSTÉMŮ

Od počátku průmyslové revoluce až do současnosti vzdorují výrobní závody tlaku z řad konkurence. Dnes, více než kdykoliv dříve, nutí přesycený trh a uspěchaná doba firmy vyvíjet stále nová řešení a tím čelit nově vznikajícím problémům. Zvýšení produktivity, zlepšení přesnosti, rychlá změna výrobního programu to je pouze zlomek požadavků, na které musí konkurenceschopná firma nalézat odpovědi. Východiskem řešení náročných požadavků může být aplikace integrované výroby počítačem (CIM) úzce související s CAD/CAM systémy. (1)

2.1 UPLATNĚNÍ CAD/CAM SYSTÉMŮ V OBRÁBĚNÍ

Stále více firem, ale i živnostníků, se snaží zavést CNC stroje do výrobního procesu především v kusové a hromadné výrobě. Účelem je získat pružnou výrobu při zvýšení jakosti výrobku, rychlosti a efektivnosti obrábění. Tyto faktory přímo ovlivňují kvalitu a konečnou cenu výrobku, což rozhoduje o úspěšnosti firmy na trhu.

CNC stroje jsou ovládány pomocí CAD/CAM systémů. Tyto systémy by měly umožnit systémový přístup při vývoji výrobku, jenž zahrnuje komplexní proces konstruování, testování, korigování chyb a modifikování výroby. (1)

Primární uplatnění náleží do oblasti strojírenství, především k obrábění tvarově složitých součástek, jako jsou formy, zápustky nebo oběžná kola turbín. Výrobci CAD/CAM softwaru se zaměřují i na ostatní oblasti výroby a tím vzniká specializovaný software např. pro obrábění elektrod, medicínských implantátů (Dent MILL) nebo pro odvětví umělecké tvorby jako je realizace reliéfů a textu (ArtCAM Insignia). (2)

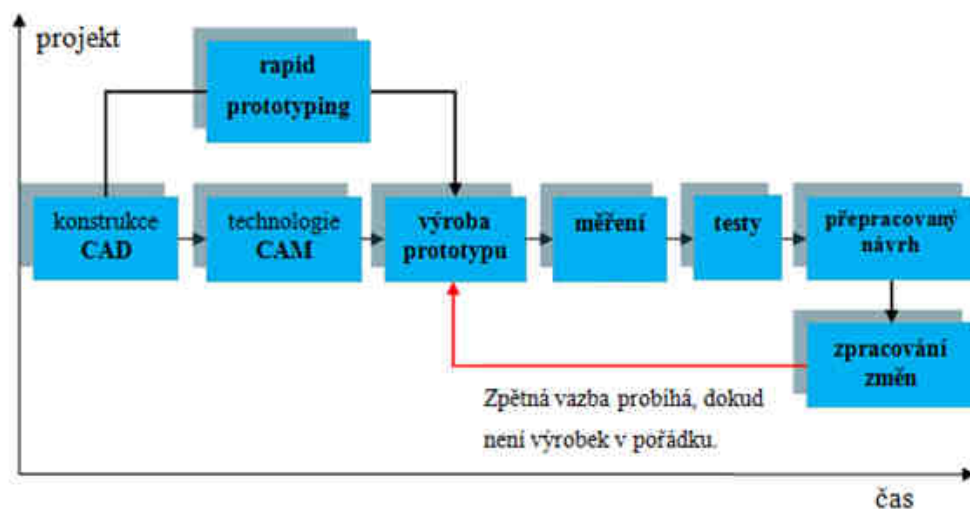
2.2 POSTUP VÝROBY SOUČÁSTI V CAD/CAM SYSTÉMECH

Tato podkapitola pojednává o postupu při realizaci součásti od počáteční myšlenky až po realizaci vlastního výrobku. Veškeré informace o životním cyklu výrobku ve vyspělých firmách spravují převážně systémy PLM.

PLM (Product Lifecycle Management) = **řízení životního cyklu výrobku**. Výrobek je provázen od první myšlenky až po jeho likvidaci digitální charakteristikou zahrnující informace pro jeho návrh, vytvoření, prodej, modernizaci a likvidaci. Systém integruje ostatní komponenty (CA systémy, aplikace office aj.) informačního systému společnosti do jednoho funkčního celku. (3)

Vývoj výrobku

Obr. 2.1 charakterizuje proces vývoje výrobku při použití CAD/CAM systémů.



Obr. 2.1 Proces vývoje výrobku při aplikaci CAD/CAM systémů (1).

Na počátku vývoje výrobku je grafický návrh z CAD softwaru, sloužící k výrobě Prototypu. Fyzický prototyp je první hmatatelnou vizualizací vyvíjejícího se výrobku. Úkolem prototypu je poskytnutí informací o vlastnostech budoucího výrobku potřebných k navržení technologie výroby. (3)

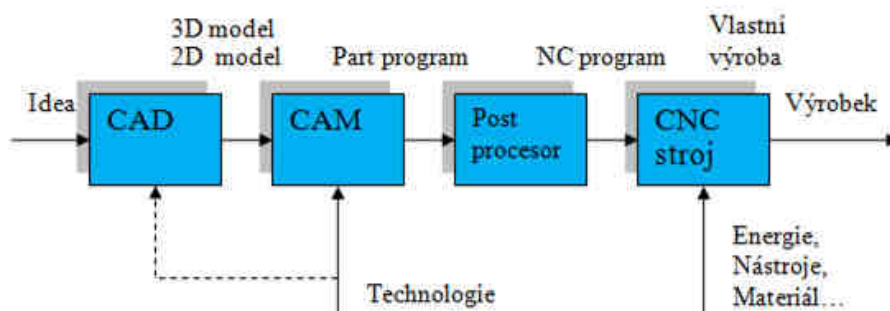
Testování prototypů se hojně užívá v leteckém nebo automobilovém průmyslu, kde se zmenšené prototypy používají například k měření v aerodynamických tunelech. Získané výsledky testování prototypu se aplikují při vývoji a výrobě skutečných výrobků.

Jsou dvě cesty, jak lze vyrobit prototyp. Buď klasicky pomocí CAM systémů, tzn. že základní model z CAD se importuje do CAM, zde se určí technologie obrobění a prototyp se vyrobí na CNC stroji. Druhá cesta je prostřednictvím rapid prototyping, což je název pro metody sloužící k výrobě fyzických prototypů v 3D přímo z CAD systému. Podstata všech metod se zakládá na postupném přidávání materiálu až po dosažení konečného tvaru součásti. Tato technologie je mladá, její praktické využití lze počítat na roky. (3)

Po vyrobení prototypu následují měření a testy, jenž prozradí některé vlastnosti a nedostatky výrobku, které nemusely být patrné při CAD návrhu. Návrh se přepracuje tak, aby se eliminovaly nedostatky. Zpracované změny v CAD putují zpět do výroby prototypu. Celý cyklus se opakuje do doby, než je prototyp schválen jako optimální. Po určení výsledných technologií výroby, vlastností a ceny výrobku se může přejít k samotné výrobě.

Výroba součástí

Hierarchii výroby součástí pomocí CAD/CAM systémů popisuje Obr. 2.2. Jedná se o souhrn činností probíhajících na jednotlivých rozhraních od počáteční fáze návrhu až po konečnou realizaci výrobku. (1)



Obr. 2.2 Hierarchie výroby součástí pomocí CAD/CAM s. (1)

Idea = myšlenka představující základní návrh součásti bez jasně daných rozměrů.

CAD = modul pro počítačovou podporu konstruování, umožňuje převést základní návrh na počítačový 2D nebo 3D model.

CAM = modul počítačové výroby, pracuje s modely z CAD. Výstupem modulu je part program, který popisuje obráběcí postup součásti.

Postprocesor = počítačový převodník zpracovávající part program do stylu čitelného pro daný obráběcí stroj. Výstupem je NC kód, který obsahuje informace k řízení CNC stroje.

CNC stroj = výrobní zařízení řízené pomocí počítače. K řízení stroje se využívá NC kódu.

Výše uvedené termíny jsou detailněji popsány v následujících kapitolách.

3. SYSTÉM CIM A JEHO ZÁKLADNÍ PODSYSTÉMY

CAD, CAE, CAPE ad., jsou anglické zkratky počítačových systémů začleněných do výroby integrované počítačem - CIM. Tyto systémy používají počítačovou grafiku k plánování nových produktů - od počátečního návrhu, přes výrobu až po jejich expedici. Systémy mohou zahrnovat aplikace pro 2D / 3D modelování, tvorbu sestav a výkresové dokumentace, výpočty pomocí MKP (metody konečných prvků), plánování, programování CNC strojů, montáž aj. (1)

Několik let nazpět byl tento software drahý a náročný na dostupné hardwarové vybavení, proto byl používán pouze ve specifických odvětvích průmyslu, jako je vojenský, letecký nebo automobilový. Díky stále se rozvíjející výpočetní technice se tyto moduly rozšířili do běžného průmyslu, kde mají za úkol zvyšovat produktivitu práce. (1)

3.1 CIM SYSTÉM

CIM (Computer Integrated Manufacturing) = výroba integrovaná počítačem.

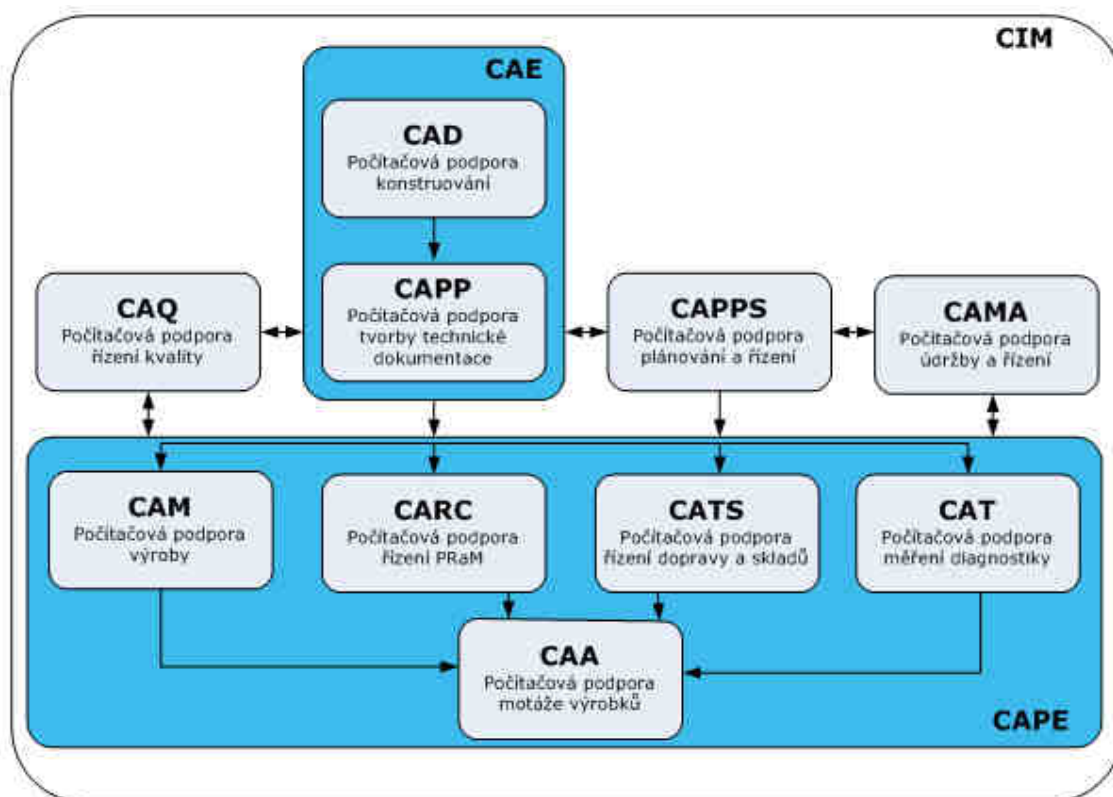
Tento systém umožňuje zautomatizování a řízení veškerých činností výrobního podniku. Počítačová podpora je využívána v každé fázi výroby za účelem propojit jednotlivé moduly od CAD, přes CAE až po CAPE a tím sladit tok informací od prvotního návrhu výrobku až po jeho realizaci. (1)

Potřeba zvýšení pružnosti výroby dnes vede k počítačové integraci i při malých sériích, nebo při kusové výrobě. Počítačovou integrací výroby lze dosáhnout přehledu o stavu výroby a možnosti jejího zefektivnění. (4)

Cílem CIM je:

- snížení materiálové, energetické náročnosti,
- zkrácení doby vývoje a výroby,
- snížení předzásobení,
- navýšení produktivity práce,
- zlepšení časového a výkonového využití výrobních zařízení,
- odstraňování chyb výroby,
- zkvalitnění výrobků a výroby. (1)

Systém CIM se ve většině případů nerealizují komplexním celkem, nýbrž pomocí začlenění parciálních automatizovaných systémů, tzv. CA systémů (systémy počítačové podpory) Obr. 3.1.. Využívání těchto systémů je efektivní, protože výrazně snižují dobu vývoje výrobku a tím uspisí jeho uvedení na trh. (5)



Obr. 3.1 Uspořádání dílčích CA systémů v komplexu CIM (6)

Tato struktura si vyžaduje specifické organizační uspořádání pracovních týmů. Členové týmu zahrnují více profesí. Veškeré pracovní týmy jsou propojené pomocí počítačové sítě s výrobním provozem, tudíž je jednoduché získat rychle zpětnou vazbu o realizaci jejich myšlenek. (1)

3.2 CAD SYSTÉM

CAD (Computer Aided Design) = **počítačem podporovaný návrh**.

Úkolem CAD je ztvárnění vizuálního modelu myšlenky konstruktéra. Jedná se tedy o souhrn prostředků k realizaci a úpravě 2D nebo 3D modelů. Kompletní geometrie je interaktivním způsobem modelována a zobrazována v reálné formě. (1)

Komunikaci uživatele se systémem CAD zajišťuje programový modul pro zpracování vstupů. Zadávané příkazy jsou ihned zpracovány a interpretovány se současným zobrazením změn na monitoru. (4)

Výstupní data mohou být ve formě technické dokumentace (výkresů jednotlivých dílů, sestav, kusovníků), pohledů na modelovaný objekt nebo modelů samotných, které jsou základem pro další CA systémy.

Některé programy v sobě zahrnují databáze vytvářející záznamy o vlastnostech modelů.

3.3 CAM SYSTÉM

CAM (Computer Aided manufacturing) = **počítačem podporovaná výroba**.

Jedná se o systém sloužící k úpravě dat pro řízení NC strojů za účelem automatické výroby součástí. Používá se při různých technologiích obrábění např. soustružení, frézování, vrtání, elektroerosivní obrábění, obrábění plazmou, laserem, vodním paprskem aj.

CAM systémy umožňují simulovat sled technologických operací při vlastní výrobě součástí. Využívá při tom geometrické informace vytvořené z návrhu modulu CAD. Jednoduché simulace zahrnují pouze obrobek a nástroj, složité umožňují zobrazení kompletního výrobního procesu včetně celého pracoviště. Po úspěšné simulaci software vygeneruje NC program. (1)

Specifickým oddílem CAM systémů je programování výrobních robotů. Roboti přepravují zpracovávaný materiál mezi jednotlivými výrobními operacemi. Řeší způsob manipulace materiálu mezi jednotlivými pracovišti, sestavování součástí z jednotlivých elementů apod. (7)

S touto problematikou souvisí následující moduly.

- **CATS** (Computer Aided Transport and Store) = počítačová podpora řízení dopravy a skladů.
- **CAA** (Computer Aided and Assembly) = počítačová podpora montáže výrobků.
- **CARC** (Computer Aided Robot control) = počítačová podpora řízení a programování robotů a manipulátorů. (1)

3.4 CAE SYSTÉM

CAE (Computer Aided Engineering) = **počítačová podpora inženýrství.**

Zabývá se analýzou geometrických dat získaných z CAD návrhu. Tento systém umožňuje simulovat výrobek v pracovních podmínkách, pro které je vytvořen. Díky simulaci lze okamžitě odhalit a opravit chyby modelu.

Součásti lze zkoumat z hlediska statiky, ale i kinematiky a dynamiky. Některé systémy používají metodu konečných prvků. Do oblasti CAE patří i nástroje pro návrh, skladování a dopravu vyrobeného zboží. (1) (8)

3.5 CAPP SYSTÉM

CAPP (Computer Aided Process Planning) = **počítačová podpora tvorby technické dokumentace.**

Tvoří propojení mezi CAD / CAM systémy. Modul je využíván k vytvoření dokumentace z dat modulu CAD. Výstupem jsou obrázkové, slovní, technologické postupy, NC programy aj. (1)

3.7 CAPPS SYSTÉM

CAPPS (Computer Aided Production Planning Systems) = **počítačová podpora plánování a řízení**.

Účelem systému je optimalizace z kapacitního, časového a ekonomického hlediska. (1)

3.8 CAPE SYSTÉM

CAPE (Computer Aided Production Engineering) = **počítačová podpora výrobního inženýrství**.

CAPE je podsystém CIM pro tvorbu a úpravu informací v technologické přípravě výroby zahrnující plánování výroby, technologičnost konstrukcí, tvorbu technologických postupů, programů k řízení NC strojů, volbu nástrojů, upínek nebo měřidel. (9)

3.9 CAQ SYSTÉM

CAQ (Computer Aided Quality) = **počítačová podpora řízení kvality výroby**.

Jedná se o zabezpečení kontroly a řízení kvality výroby za účelem prověření výrobních plánů, výrobní dokumentace, diagnostiky výrobních zařízení a výstupní kontroly. (1)

4. POSTPROCESSING

Volba postprocesoru je u CAM systémů stěžejní. Postprocessing je převedení INC souborů (vygenerovaných drah nástroje z CAM) do formy srozumitelné příslušnému řídicímu systému obráběcího stroje. Na trhu je mnoho řídicích systémů. Požadavky na postprocessing vždy vycházejí z konkrétního obráběcího stroje s konkrétním řídicím systémem.

Jak to funguje? Procesor vygeneruje CL data (jedná se o informace k řízení ideálního stroje). Tyto data je nutné přizpůsobit technickým možnostem a formální formě zadávaného programu pro konkrétní dvojici - řídicí systém a stroj. Proto je postprocesor přeloží do řeči srozumitelné příslušnému řídicímu systému konkrétního obráběcího stroje. Tím vznikne NC program. (1)

Kvalitní postprocesor v sobě obsahuje veškeré informace o vlastnostech daného stroje (počet os, rozsahy otáček, posuvů aj.) tak, aby bylo efektivně využito všech jeho funkcí v souladu s CAM systémem.

Univerzální postprocesor neexistuje, proto se musí naprogramovat pro každou dvojici obráběcí stroj řídicí systém zvlášť. (10)

Rozdělení postprocesorů:

a) Podle počtu os, pro které se generuje současný pohyb nástroje:

- jednoosé,
- dvouosé,
- trojosé,
- víceosé.

b) Podle typu generovaných NC dat:

- diskrétní,
- splinové.

c) Další rozdělení postprocesorů na:

- adaptivní,
- neadaptivní,
- parametrické. (1)

5. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU ZAVÁDĚNÍ V CAM SYSTÉMECH.

Simulace a verifikace jsou CAM moduly při tvorbě CNC obrábění sloužící k ověření vytvořených drah nástroje. Umožňuje uživateli být upozorněn na případné chyby a nedostatky NC programu před použitím ve výrobě.

Jelikož proces simulace a verifikace zaručuje bezkolizní obrábění, jedná se o jedno z nejvýznamnějších řešení k urychlování a zefektivňování výrobního procesu. (11)

Častou příčinou havárie jsou kolizní stavy nástroje (nebo držáku nástroje) s obráběným dílem, upínacími přípravky nebo s ještě neobrobenou částí (tzv. zbytkový materiál). Aby se předešlo škodám vzniklých výrobou zmetků a haváriím na strojním zařízení, začaly se zavádět do CAM systémů modely upínacích přípravků společně s nástroji a polotovary.

5.1 POUŽITÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V REŽIMU OVĚŘOVÁNÍ

Jednoduchá vizualizace a verifikace vytvořeného NC programu je vestavěna do většiny CAM programů na trhu. (1)

Různé varianty ověřování (seřazeny od základních až po nejvyspělejší) NC programu popisuje následující přehled.

Bez jakéhokoli ověření

NC kód je ručně vložen do stroje prostřednictvím panel nebo počítače bez jakéhokoli ověření. Při tvorbě drah nástroje programátor spoléhá na svoji představivost nebo na podporu CAD programu, kde si jednotlivé operace obrábění rozkreslí. Tento přístup není produktivní a je vhodný pouze pro ty nejjednodušší výrobky, především z oblasti 2D a 2,5D obrábění. Je zde značné riziko kolize mezi nástroje (držákem nástroje) do zbytkového materiálu nebo upínacích přípravků. Vše záleží na zkušenostech programátora. Tato varianta se v praxi již téměř neobjevuje.

Ověření dráhy nástroje

Jedná se o simulaci pouze dráhy nástroje bez obrobku a upínek. Výstupem je 2D a 3D grafické znázornění trajektorií používaných nástrojů za účelem kontroly hrubých chyb NC programu. Používá se především pro soustružení, drátové řezání nebo frézování jednoduchých tvarů. Simulace probíhá přímo na obrazovce CNC stroje nebo jiného počítače. Typickým představitelem je EMCO Win NC. Nevýhodou je nízká rozlišovací schopnost kolizí způsobená nedostatkem informací vložených do simulace (upínky, polotovary aj.).

Ověření nástroje s obrobkem bez upínacích přípravků

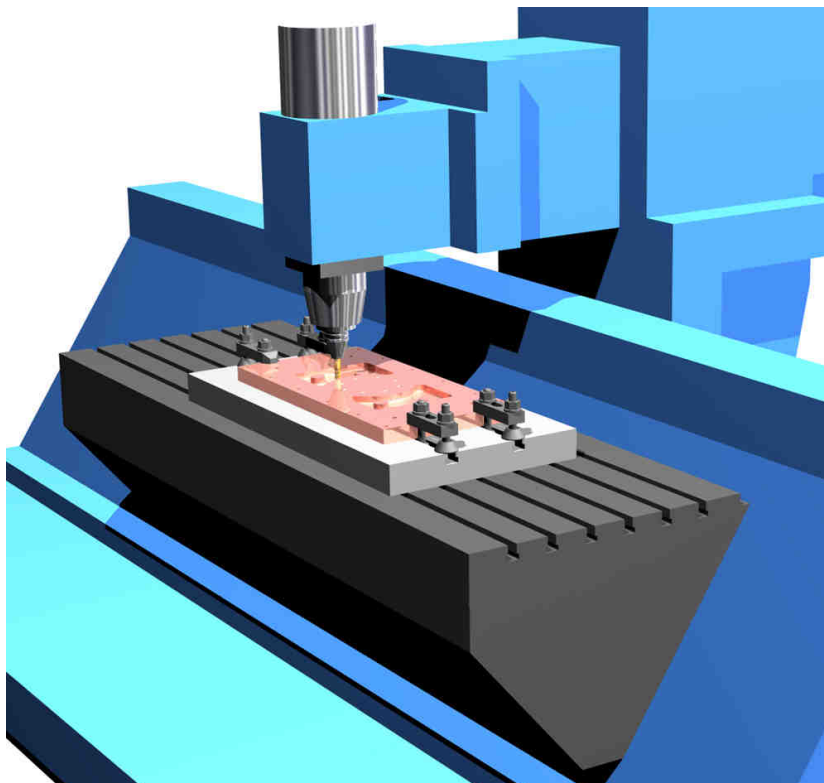
Používá se především u běžného 2,5 a 3-osého obrábění. Program simuluje geometrii nástroje (nejlépe s držákem) a polotovaru. Tuto simulaci umožňuje většina CAM softwaru. Pokročilejší software umí porovnávat rozdíl mezi obrobenou plochou a ideálním výrobkem. Nevýhodou je, že není zobrazeno a kontrolováno upínací zařízení nebo upínka, což může mít za důsledek fatální chybu. Východiskem z této situace je nastavení roviny, pod kterou se nesmí nástroj dostat. Rovina představuje nejvyšší část upínky. U programů, které neumožní pro každou obráběcí operaci upravit nezávisle na sobě tuto programovou rovinu, nastávají potíže například u vrtání. Tyto problémy jsou možnou příčinou výpadků programu a navýšení času přípravy programu i realizace samotné výroby.

Ověření nástroje, obrobku a upínacích přípravků

Tato varianta je podobná předešlé s rozdílem přidání upínacích přípravků. Přípravky se vloží buď ideálně s postprocesorem nebo je programátor vytvoří v CAD softwaru podle strojního zařízení, které používá. Simulace a verifikace umožní spolehlivě detekovat všechny druhy kolizí u běžného 3-osého obrábění. Díky existenci upínek může CAM vygenerovat dráhy nástroje blíže upínacím přípravkům bez bázně z nárazu. Takto lze snížit strojní čas, což je efektivní především v sériové nebo hromadné výrobě geometricky složitých výrobků.

Kompletní ověření obráběcího procesu

Souhrnná simulace *Obr. 5.1* obráběcího stroje včetně jeho krytů, podavačů i obsluhy je nejvyšším stupněm ověření. Využívá se při 3-osém a víceosém obrábění složitých dílců. Takto vypsělá simulace umožňuje optimalizovat technologický postup a stanovit přesný strojní čas zahrnující dokonce i pohyby obsluhy aj.



Obr. 5.1 Pokročilá simulace výrobního stroje (2)

CAM návrh upínacích zařízení nalezne své místo především tam, kde se přípravky často používají. Tzn. velké série, ale i kusová výroba, při které se často používají univerzální strojní svěráky. Pro začínající programátory jsou vhodné především poslední dva druhy simulace zahrnující upínací zařízení. Upínací přípravky mohou být součástí koupeného postprocesoru (což se nepříjemně projeví na ceně softwaru), také je může programátor vytvořit sám prostřednictvím CAD softwaru.

Nutnost používání upínačů při ověřování NC programu je závislá na používaném CAM softwaru, druhu výroby, počtu a složitosti výrobků, zkušenosti programátora a mnoha dalších aspektech. Vzhledem ke značným nákladům za následky chybného NC programu v praxi, se začlenění upínacích přípravků a jiného strojního zařízení do procesu ověřování dříve či později vyplatí.

6. KONSTRUKČNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAD SYSTÉMU

Úkolem této kapitoly je CAD návrh konstrukčního řešení strojního svěráku RÖHM 721 UH a mechanických upínek pro zadaný stroj EMCO PC MILL 155. Vytvořené CAD modely upínacích přípravků slouží pro studeny katedry Technologie a montáže k ověření správnosti NC programů v CAM softwaru EdgeCAM.

Pro přesné ověření NC programu by se měly prvky funkčně se podílejících na obráběcím procesu podobat co nejvíce skutečným předlohám. Proto se při návrhu upínacích přípravků vychází z používaného strojního zařízení frézky.

6.1 ZÁKLADNÍ POPIS MODELOVANÝCH PRVKŮ

V tabulkách je uveden výběr parametrů potřebných k základní představě o strojním zařízení. Pro zadání práce byly zvoleny parametry pracovního prostoru frézky, rozměry stolu, upínek a svěráku. Tyto hodnoty definují geometrii jednotlivých prvků, ideální umístění a maximální rozměry polotovaru při dané velikosti nástroje. Aplikace těchto informací pro praxi je uvedena v kapitole 8.

Stroj EMCO PC MILL 155

Jedná se o tří osou frézku *Obr. 6.1* s řídicím systémem SINUMERIC 810/840D. Základní parametry, včetně rozmezí pracovního prostoru, popisuje *Tab. 1*.



Obr. 6.1 Frézka EMCO PC MILL 155

Tab. 1 Parametry stroje (12)

pracovní prostor	podélná dráha v ose x	300[mm]
	příčná dráha v ose y	200[mm]
	svislá dráha v ose z	300[mm]
	užitečný zdvih – z	200[mm]
stůl frézky	upínací plocha lxt	520x180[mm]
	3 – T drážky	12 [mm]
	vzdálenost T – drážek	45[mm]
	maximální zatížení stolu	20 [kg]

Svěrák RÖHM 721UH

Jedná se o strojní svěrák s pevnou a posuvnou čelistí. Základní parametry svěráku zobrazeného na *Obr. 6.2* popisuje *Tab. 1*.



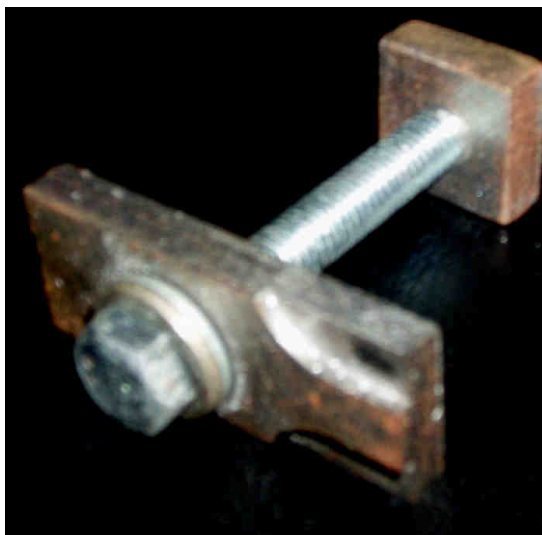
Obr. 6.2 Svěrák RÖHM 721UH

Tab. 2 Parametry svěráku (13)

délka	283 [mm]
šířka	107 [mm]
výška	72,6 [mm]
šířka čelistí	90 [mm]
výška čelistí	24,6 [mm]
maximální rozevření čelistí	90 [mm]
hmotnost	6,7 [kg]

Upínky

Sestava mechanických upínek slouží k upínání rozměrnějších obrobků, které nelze upínat ve strojním svěráku. Upínka *Obr. 6.3* je tvořena šroubem M8 x 1,25 x 55 ISO 8676, kruhovou podložkou o vnějším průměru 17mm, tloušťce 1,6mm, upínacím ramenem o rozměrech 50x20x7mm a čtvercovou maticí o straně 21mm a výšce 8mm.



Obr. 6.3 Upínka

6.2 MODELOVÁNÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ

K modelování byl použit CAD systém Autodesk Inventor 2010. Tento systém byl zvolen kvůli dobré provázanosti s CAM systémem EdgeCAM 2010R1.

Před vytvořením vlastních modelů upínacích přípravků byl vytvořen model pracovní stůl frézky „**Stůl.ipt**“, sloužící k uchycení modelovaných přípravků.

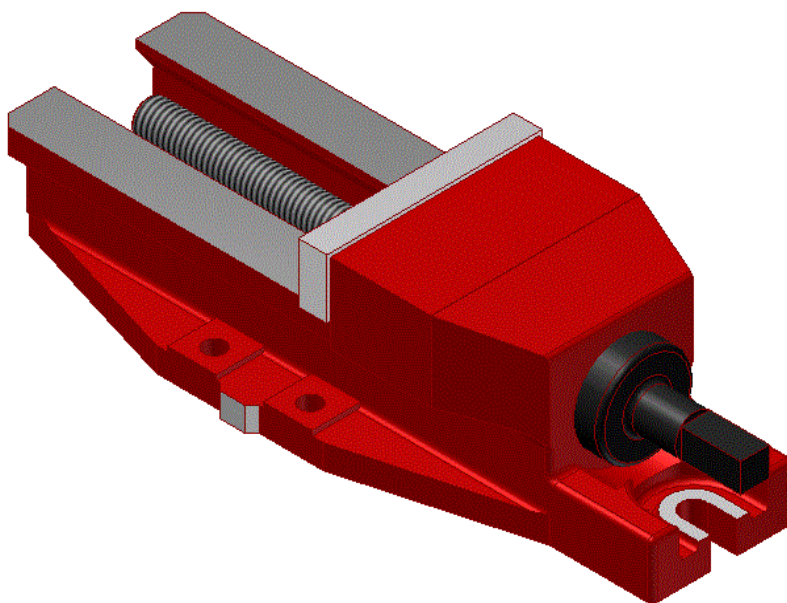
6.2.1 Svěrák RÖHM 721 UH

Úkolem CAD návrhu svěráku je vytvoření 2 souborů součástí posuvné čelisti a sestavy těla svěráku, které slouží k pohodlnému upínání polotovarů v CAM systémech.

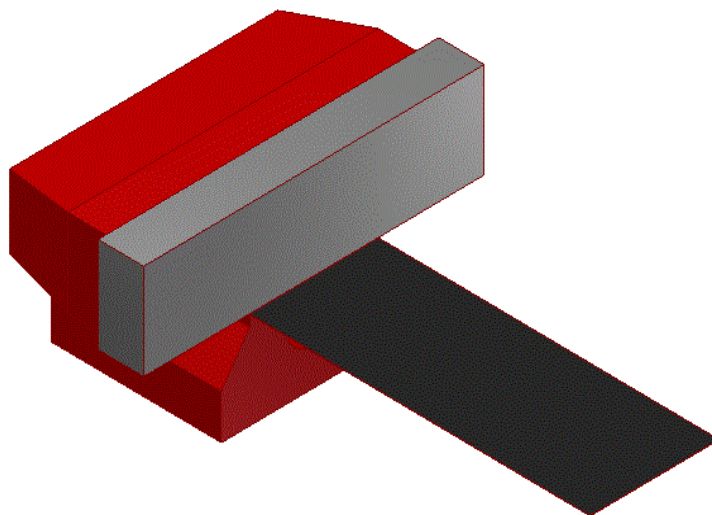
Vytvoření modelů svěráku spočívá ve 4 fázích:

1. Výběr parametrů z technické dokumentace.
2. Modelování
 - pevné čelisti,
 - posuvné čelisti,
 - upínacích elementů svěráku.
3. Vytvoření sestavy těla svěráku.
4. Úprava v Partmodeláři

ad 2. Nejpřesnější vymodelování vyžadovala pevná *Obr. 6.4* a posuvná čelist *Obr. 6.5*. Důvod je prostý - nejčastější kolize svěráku bývá mezi nástrojem (držákem nástroje) a čelistmi.

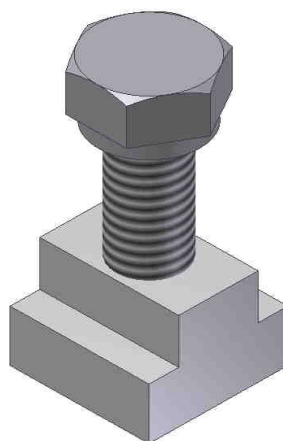


Obr. 6.4 Pevná čelist



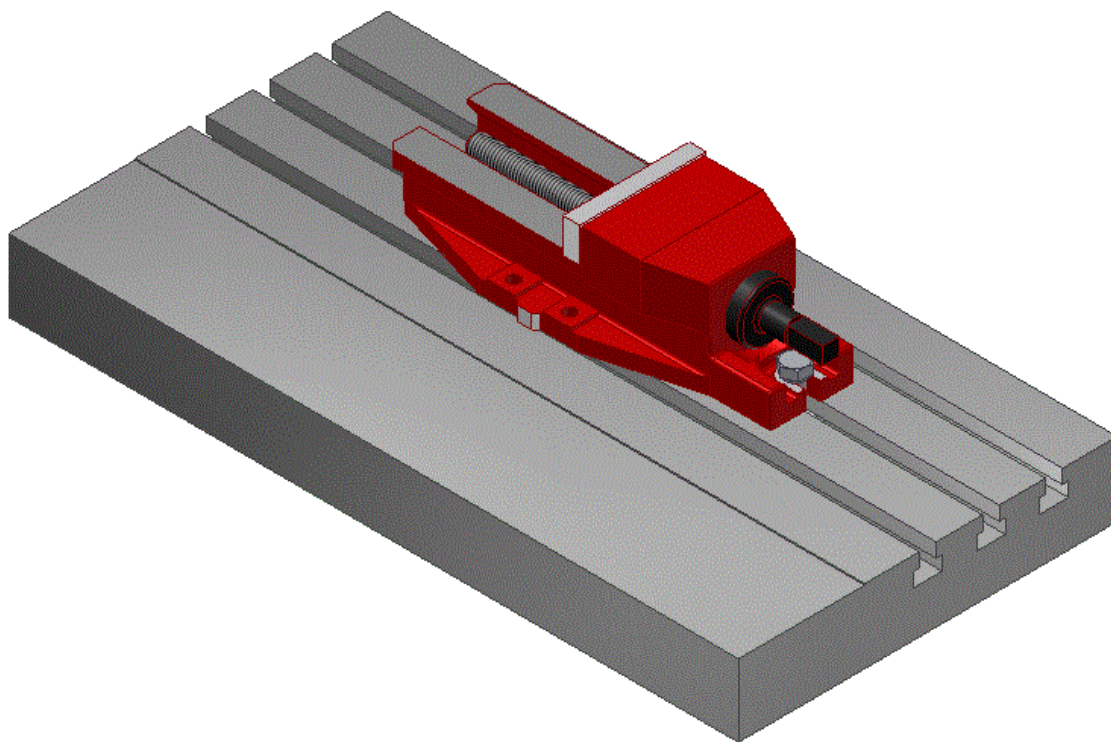
Obr. 6.5 Posuvná čelist

Upínání svěráku *Obr. 6.6* je tvořeno modely šroubu, pružnou podložkou a T-profilem se závitem. Tyto prvky se nepodílí přímo na obráběcím procesu a jen stěží může způsobit kolizi s nástrojem. Proto by nebyla chyba, kdyby se v simulaci nenalézala. Důvod jejího začlenění do modelu svěráku je to, že umožňuje jednoduše připevnit pevnou čelist ke stolu bez nutnosti tvorby rovin, které by tvořily vazbu.



Obr. 6.6 Upínání svěráku

ad 3. Cílem této fáze je vytvoření sestavy „**Tělo svěráku.aim**“ zahrnující pevnou čelist, pracovní stůl a upínání svěráku. Tuto sestava lze společně se součástí „**Posuvná čelist.ipt**“ již vkládat a používat v EdgeCAMU.



Obr. 6.7 Tělo svěráku

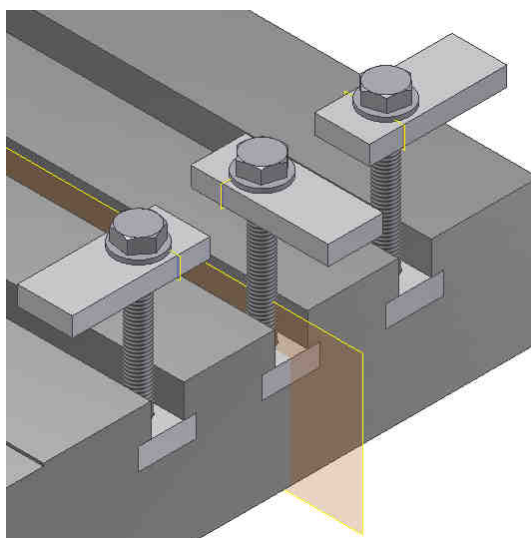
ad 4. K usnadnění budoucího zaploňování svěráku v CAM přichází ke slovu úprava v CAD nadstavbě EdgeCAMU - Partmodeláři. Tato úprava slouží pro variantu vkládání modelu pomocí tzv. makro jazyka, o kterém pojednává kapitola 7.1.

Aby byly modely z Inventoru použitelné pro Partmodelář, exportují se do formátu Parasolid. Tím vzniknou soubory „**Posuvná čelist.x_b**“ a „**Tělo svěráku.x_b**“. V Partmodeláři se oba soubory označí jako upínky pomocí funkce *Upínky*. To je podstatné pro budoucí ověřování v CAM. V případě kontaktu takto označené geometrie s nástrojem program nahlásí chybu.

Konečným výsledkem CAD návrhu svěráku jsou soubory uložené z Partmodeláře „**Posuvná čelist. pmod**“ a „**Tělo svěráku. pmod**“.

6.2.2 Upínka

Tvorba upínky je jednodušší než u svěráku. Skládá se z vymodelování jednotlivých nenormalizovaných částí, vložení normalizovaných součástí z knihovny obsahové centra (kruhová podložka a šroub) a seskupení jednotlivých elementů do sestavy „Upínka.aim“. Pro jednoduché vkládání upínek byla vytvořena sestava upínek a pracovního stolu „Upínky se stolem.aim“ Obr. 6.8. Tato sestava je výsledným souborem CAD návrhu a bude s ním pracovat v dalších krocích.



Obr. 6.8 Sestava upínek a pracovního stolu

Na rozdíl od svěráku se nevkládá obrobek v CAM systému, ale v CAD programu Inventor. Důvodem je těžkopádná práce s vazbami v EdgeCAMU nebo Partmodeláři.

Veškeré vazby upínek lze libovolně upravit a tím pokrýt rozmanité uživatelské nároky. Čtvercové matice mají přednastavené vazby v T-drážkách tak, aby se mohly pohybovat v osách drážek. Rameno každé z upínek je upevněno v ose šroubu při teoreticky nejvyšší možné poloze (prakticky v takové výšce nemůže být, protože závit šroubu upínky již není zašroubován v závitu matici), tím se dosáhne dostatečné výškové rezervy nástroje nad upínkou při skutečném frézování. Pro snadnější polohování upínek a polotovaru jsou zkonstruovány roviny ramen a pracovního stolu umožňující uživateli připevnění upínky za obrobek několika kliknutími myši.

Vkládání a práci s upínacími přípravky v CAM popisuje kapitola 7

7. NÁVRH ŘEŠENÍ UPÍNACÍCH PŘÍPRAVKŮ V CAM SYSTÉMU

Tato kapitola popisuje základní úkony v CAM systému EdgeCAM 2010 spojené s tvorbou a vožením upínacích přípravků vymodelovaných v předchozí kapitole.

7.1 ZÁKLADNÍ KROKY V EDGECAMU

Primárním cílem CAM softwaru je vytvoření obráběcího postupu pro danou součást a jeho následné převedení do NC-kódu sloužícího k řízení výrobního stroje. K dosažení odladěného NC-kódu je podstatné simulování obráběcího procesu a s ním spojené upínací zařízení. Pro bezproblémovou práci s EdgeCAM je doporučené postupovat podle základních kroků v EdgeCAMU.

Základní kroky v EdgeCAMU:

1. nastavení roviny frézování a konfiguračního profilu,
2. vložení obrobku,
3. výběr roviny CPL,
4. polohování obrobku,
5. rozpoznání útvarů,
6. vložení polotovaru,
7. volba materiálu,
8. vložení upínacího přípravku,
9. zavedení obráběcího postupu,
10. označení upínacího přípravku,
11. simulace obrábění,
12. generování NC-kódu.

ad 1. Jestliže není program nastavený na výchozí rovinu frézování, je nezbytné tak učinit *Nastavení/ XY-frézování*. Dále se volí konfigurační profil nastavení uživatelského prostředí *Konfigurační profily/ Frézování/ Default.config*.

ad 2. Zavést geometrii obrobku do systému lze přímo modelováním pomocí panelu design. Model lze taktéž vložit z CAD pomocí *Soubor/ Vložit/ Model*.

ad3. Za CPL rovinu se volí půdorys (rovina XY) nebo rovina odvozená od půdorysu *Geometrie/ Výběr nové roviny CPL*.

ad 4. Polohovat *Modely/ Polohovat pro frézování* obrobek je nezbytné ještě před vložením další geometrie, jako jsou upínky nebo polotovary. Důsledkem nedodržení by byla změna polohy ostatních prvků oproti obrobku.

ad 5. Rozpoznání útvarů *Modely/ Rozpoznat útvary* slouží k rozdělení obrobku na jednotlivé útvary (díra, kapsa, závit), což ulehčuje softwaru určit vhodnou obráběcí strategii.

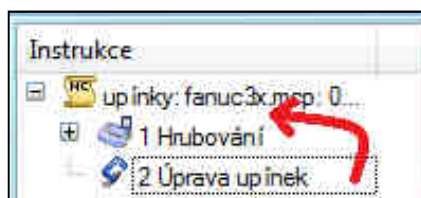
ad 6. Jednoduchý polotovar lze vytvořit buď automaticky *Geometrie/ Polotovar* zadáním tvaru polotovaru a jeho přídavků k obrobku nebo vložením modelu z CAD programu.

ad 7. Volba materiálu polotovaru *Nastavení/ Materiál* je podstatná pro určení ideálních řezných podmínek obrábění.

ad 8. Upínací přípravky se vkládají z CAD návrhu *Soubor/ Vložit/ Model* nebo pomocí makra *Makro/ Spustit makro*. Problematikou vkládání upínacích přípravků se zabývá kapitola 7.2.

ad 9. Zavedení obráběcího postupu se uskuteční přepnutím do režimu technologie *Nastavení/ Technologie*, poté se zobrazí dialogové okno obráběcího postupu. Zde je nejdůležitější určit postprocesor, který je pro zadanou frézku fanuc3x.mcp profesy frézování a počáteční CPL.

ad 10. Pro simulaci upínacích přípravků je nezbytné vybrat v režimu technologie upínky, které mají být začleněny do simulace. V okně *Útvary* se pomocí příkazu *Hlavní panel/ Upravit upínky* označí upínky. Tím se vytvoří výsledná upínka na konci obráběcího postupu v okně *Postup*. Výslednou upínku je nutné přesunout na začátek obráběcího postupu dle *Obr. 7.1* Přesunutí výsledné upínky okně Instrukce, aby se v simulaci zobrazila od začátku obráběcího procesu.



Obr. 7.1 Přesunutí výsledné upínky

ad 11. Pro správnou detekci kolizí v režimu simulace *Zobrazení/ Simulace obrábění* je nutné povolit úplnou simulaci obrábění *Úplná simulaci obrábění*, zobrazit upínací přípravky *Zobrazit upínače*, ověřit kolize držáku nástroje *Ověřit kolize držáku* a nastavit zastavení simulace při zjištění kolize *Volba pro přerušení/ Při kolizi*. Spuštěním simulace *Start* se ověří správnost obráběcího postupu. Chybu postupu lze zpětně opravit v režimu technologie.

ad 12. Po úspěšné simulaci lze jedním kliknutím vygenerovat NC-kód *Soubor/ Generovat NC kód*.

7.2 VLOŽENÍ SVĚRÁKU

Obě části svěráku (sobory „**Tělo svěráku.aim**“ a „**Posuvná čelist.ipt**“) lze postupně vložit do EdgeCAMU pomocí *Soubor/ Vložit/ Model*. Vložené části svěráku se poté pracně zapojují k polotovaru. Jelikož se tyto zdlouhavé úkony opakují při jakémkoliv použití nového obrobku, přichází na řadu zefektivnění - **makro**.

Makro

Makro je posloupnost několika operací nadefinovaná za účelem zefektivnění a zautomatizování často aplikovaných postupů. Obsahuje základní logické funkce, pomocí kterých lze definovat své vlastní postupy a tím některé stále se opakující operace zautomatizovat. (10)

7.2.1 Tvorba makra svěráku

Protože nelze vytvářet makra ve studentské verzi EdgeCAMU, byl použit instalační balík „EdgeCAM freeware“. Toto softwarové řešení je volně přístupné na internetových stránkách výrobce a dá se libovolně upravovat. Instalace softwaru zahrnuje složku „**Parametric vice**“ obsahující parametrické makro upínacích přípravků „**Automatic Vice.pci**“ a pomocné CAD modely. Aby mohl být svěrák RÖHM 721 UH úspěšně vkládán výše zmíněným makrem, je nutné udělat několik úprav spočívajících ve 4 fázích:

1. Zkopírování CAD návrhu.
2. Přepsání pomocných modelů
 - aktualizace modelu,
 - polohování.
3. Úprava zdrojového kódu
 - přepsání dialogů,
 - změna adresáře,
 - promazání nadbytečného kódu,
 - přejmenování makra.
4. Odstranění původních modelů.

ad 1. Modely z CAD návrhu „**Tělo svěráku. pmod**” a „**Posuvná čelist. pmod**“ se zkopírovány do složky „**Parametric vice**“, složka se přejmenovala na „**Parametrický svěrák**“. Zkopírované soubory se použily v následujícím kroku.

ad 2. V EdgeCAMU se otevře pomocný model makra - tělo svěráku „**Vice body. epf**“. Pomocí příkazu *Modely/ Aktualizovat model* se přepíše stávající geometrie modelem „**Tělo svěráku. pmod**“. Stejným postupem se nahradil pomocný model čelisti svěráku „**Vice jaw.epf**“ modelem „**Posuvná čelist. pmod**“.

Následuje polohování *Modely/ Polohovat pro frézování* nebo *Posun* jednotlivých modelů tak, aby se souřadný systém nacházel v identickém místě jako u modelů před aktualizací. Tímto místem je střed horní hrany čelistí.

ad 3. Zdrojový kód makra **Automatic Vice. pci** je zobrazen a upravován pomocí Poznámkového bloku nebo jiného textového editoru.

Úprava spočívá v přepsání dialogů (dialogy jsou přeloženy do češtiny a upraveny tak, aby uživatele srozumitelně vedly krok po kroku), prostřednictvím kterých makro komunikuje s uživateli.







Nastavení pracovního adresáře bylo upraveno, aby makro bylo možné spouštět z libovolného umístění (podmínkou je přesun vždy celé složky, nikoliv pouze souboru makra).

Kód nevztahující se k RÖHM 721 UH byl smazán. Makro bylo uloženo pod názvem „**Parametrický svěrák**“.pci.

Pozn. Samostatný zdrojový kód nelze přímo využít, je potřeba ho nechat přímo provádět tzv. interpretem - EdgeCAMEM.(14)

ad 4. Nepotřebné soubory původních upínek se odstranily.

Výstupem je parametrické makro svěráku RÖHM 721 UH. Soubory potřebné pro správné fungování, případnou editaci, jsou znázorněny na *Obr. 7.2*.

Název položky	Typ	Velikost
 Parametrický svěrák	Soubor PCI	3 kB
 posuvná čelist	Dokument model...	45 kB
 tělo svěráku	Dokument model...	412 kB
 Thumbs	Data Base File	8 kB
 vice body	Edgecam Part	390 kB
 vice jaw	Edgecam Part	106 kB

Obr. 7.2 Soubory makra

7.2.2 Vložení svěráku pomocí makra

Před i po vložení svěráku makrem je nutné dodržet základní kroky v EdgeCAMU podle kapitoly 7.1. Specifické kroky pro makro daného upínací přípravku jsou uvedené níže.

Kroky pro použití makra:

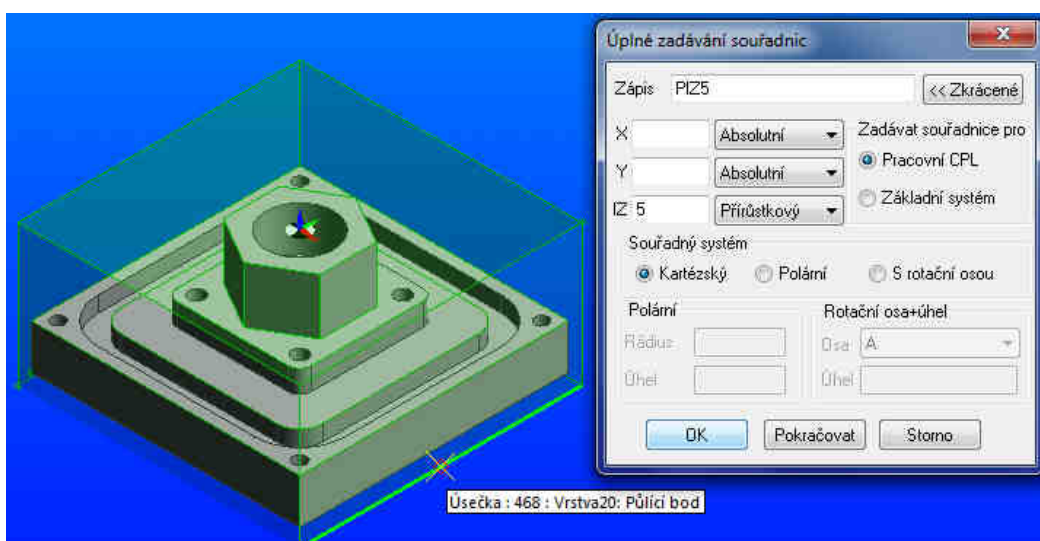
1. Vytvoření upínacích bodů
 - a) pro zarovnání polotovaru na střed svěráku,
 - b) pro zarovnání polotovaru k hraně svěráku.
2. Vložení parametrického svěráku pomocí makra.

ad 1. Upínací body slouží k sestavení polotovaru do svěráku. Je třeba si uvědomit, že za tyto **body bude polotovar umístěn na střed horní hrany svěráku**.

Existují základní dva způsoby upnutí polotovaru do svěráku:

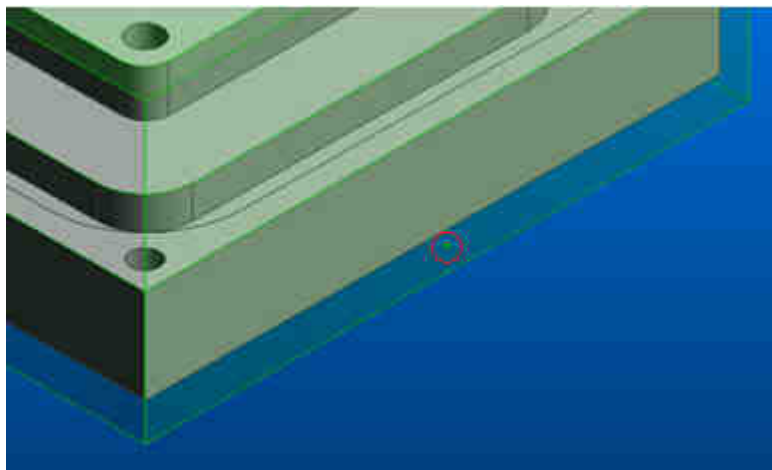
a) Jednodušší, ale v praxi ne tak využívanou možností, je zapolohování polotovaru do osy svěráku, tzn. na střed hrany čelisti. Využívá se především pro symetrické součásti.

Jak na to? Na středu hrany polotovaru se vytvoří 2 body, za které bude polotovar upnut v čelistech. Tvorbu prvního bodu pro pevnou čelist popisuje *Obr. 7.3* Zadávání souřadnic upínacího bodu.



Obr. 7.3 Zadávání souřadnic upínacího bodu

Pomocí *Bod, Referenční počátek* se vybere střed hrany, která bude umístěna v pevné čelisti. Prostřednictvím zadávání souřadnic lze definovat hloubku upnutí, což je realizováno pomocí z-souřadnice. V příkladě na obrázku bude upínací bod vytvořen 5mm nad spodní hranou. Takto zhotovený bod je zobrazen na *Obr. 7.4*.

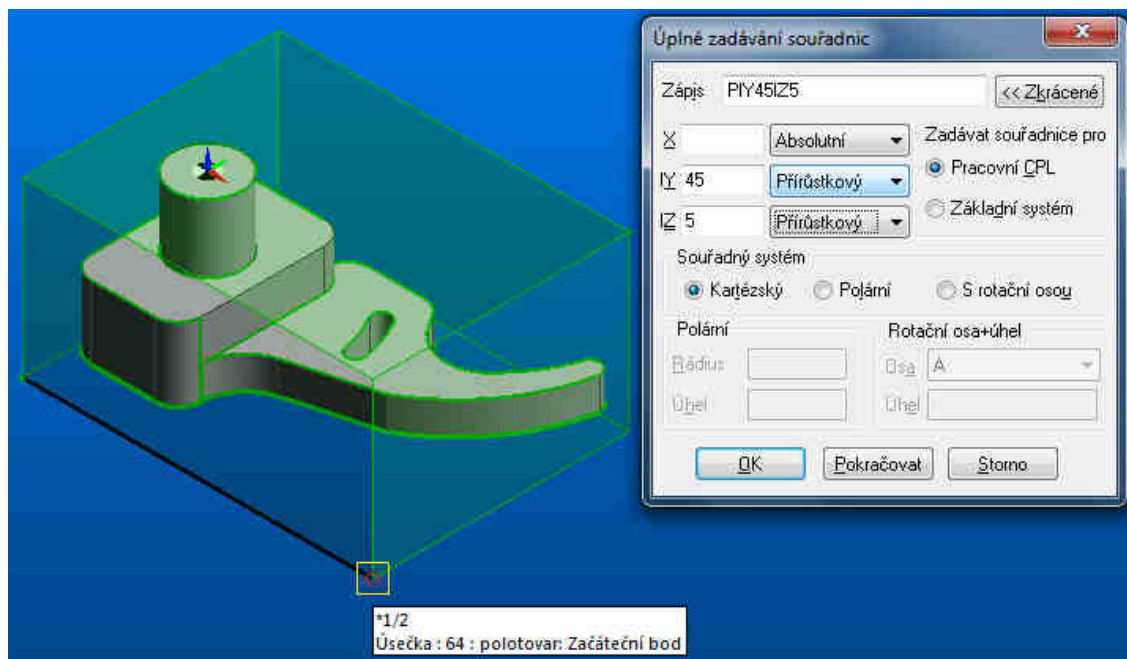


Obr. 7.4 Vzniklý upínací bod

Podobným způsobem vznikne bod na druhé straně polotovaru pro posuvnou čelist. Rozteč těchto bodů v ose x definuje rozevření čelistí.

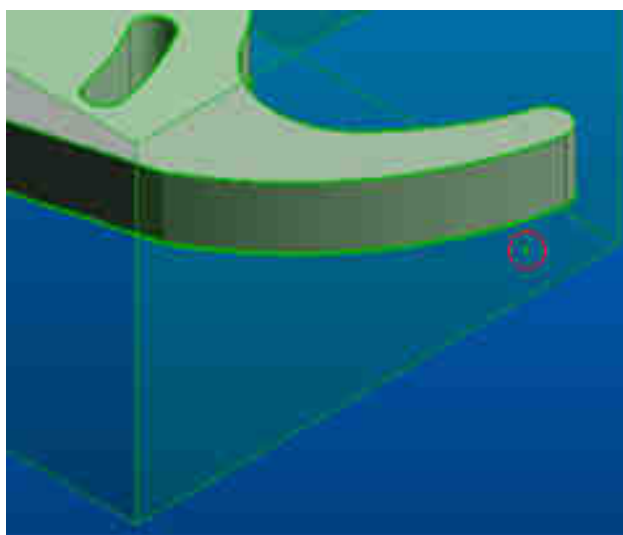
Pozn. Rozevření čelistí je doporučeno definovat v ose x, proto se upínací body umisťují v této ose. Platí to i pro druhý způsob polohování.

b) V praxi se využívá zarovnání hrany polotovaru s podélnou hranou svěráku (vhodné pro opakovatelnost programu bez nutnosti strojního seřizování nulového bodu obrobku). Pomocí *Bod, Referenční počátek* se vybere roh hrany polotovaru, která má být zarovnána s podélnou hranou svěráku. Y-hodnota od tohoto rohu je rovna vždy polovině šířky čelistí (45mm), z-hodnota definuje hloubku upnutí ve svěráku obdobně jako u předchozího příkladu (5mm) varianty a). *Obr. 7.5* popisuje vznik prvního bodu pro pevnou čelist.



Obr. 7.5 Zadávání souřadnic upínacího bodu

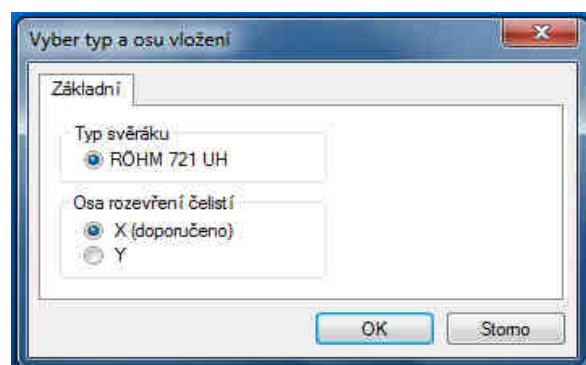
Vzniklý bod je zobrazen na *Obr. 7.6*. Obdobným způsobem se vytvoří i druhý upínací bod na protější straně.



Obr. 7.6 Vzniklý upínací bod

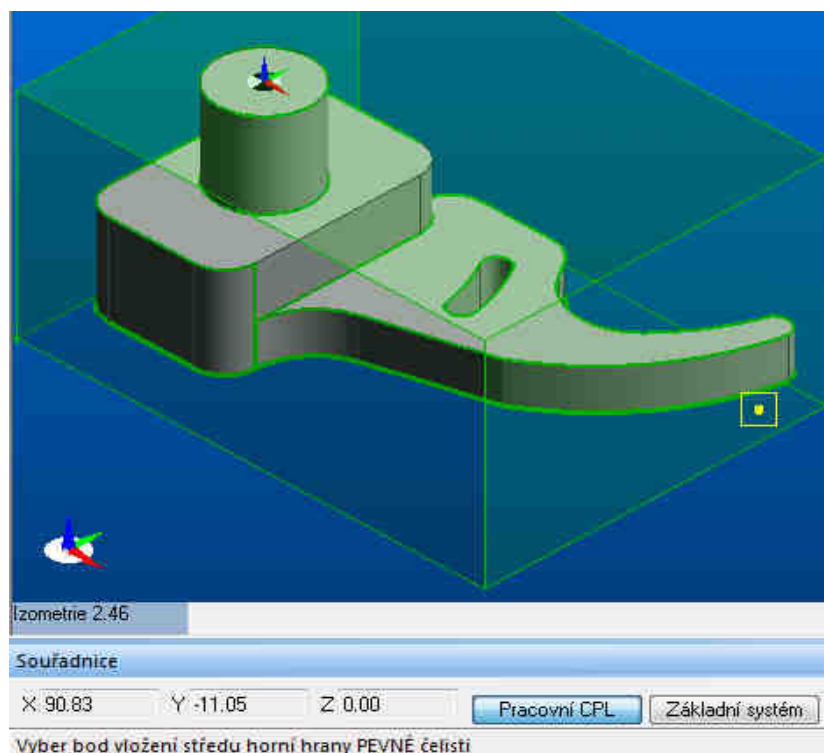
Po zhotovení upínacích bodů je vhodné **projekt uložit**, aby se zabránilo ztrátě vytvořených informací při špatném zapořehování.

ad 2. Makro lze spustit v režimu design i technologie pomocí *Makra/ Spustit PCI*. Po vybrání makra se objeví dialogové okno s přednastaveným typem svěráku a osou vložení čelistí *Obr. 7.7*.



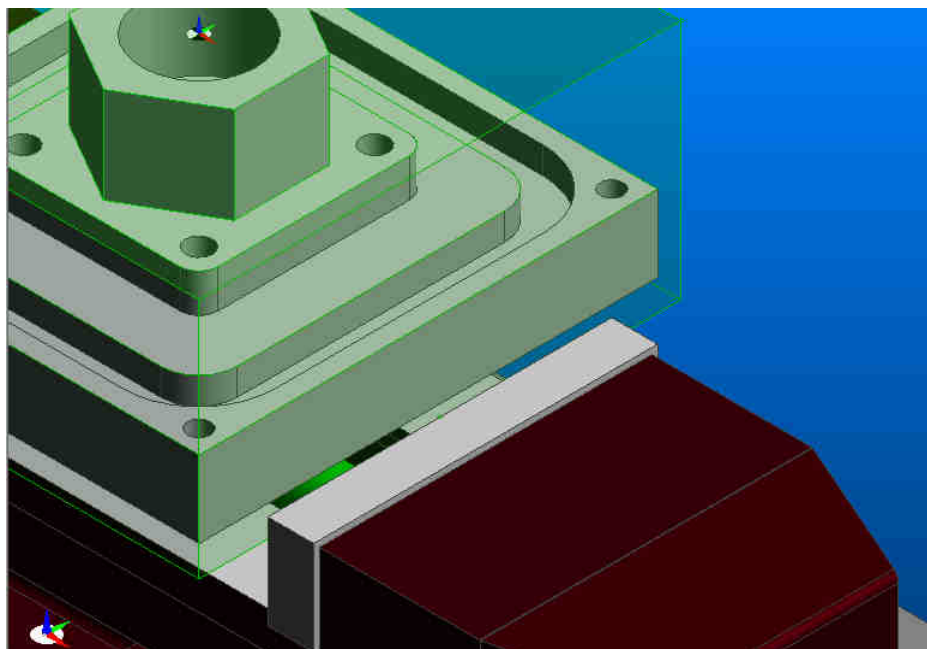
Obr. 7.7 Dialogové okno

Po potvrzení volby následuje výzva k vybrání bodů upnutí. První bod určuje místo vložení středu pevné čelisti *Obr. 7.8*, druhý stanovuje vložení posuvné čelisti.

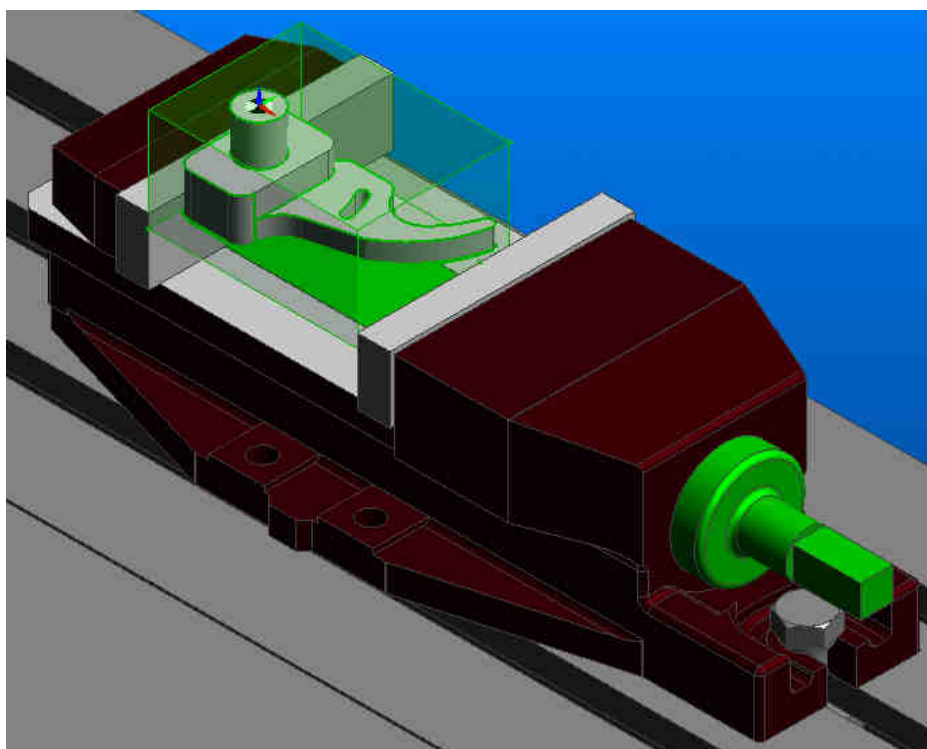


Obr. 7.8 Vložení pevné čelisti

Po vybrání obou bodů se automaticky načte parametrický svěrák. *Obr. 7.9* zobrazuje zarovnání polotovaru na střed čelisti. *Obr. 7.10* znázorňuje umístění polotovaru k hraně svěráku.



Obr. 7.9 Zapolohování na střed čelistí



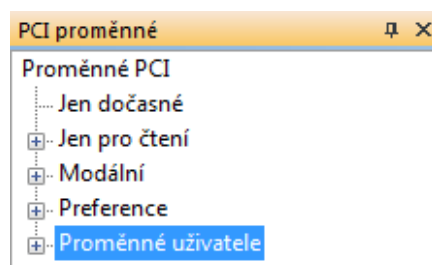
Obr. 7.10 Zapolohování k hraně čelisti

7.2.3 Řešení chyb makra

Jestliže nastane chyba a svěrák se nevloží nebo se vloží špatně, nelze ve většině případu použít volbu *Zpět* (důvodem je trvalá změna nulového bodu). Z toho důvodu jsou předloženy kroky k odstranění možných příčin chyb:

1. Zavření okna součásti
2. Znovunačtení uložené součásti
3. Vymazání uživatelských PCI proměnné
4. Nové spuštění makra

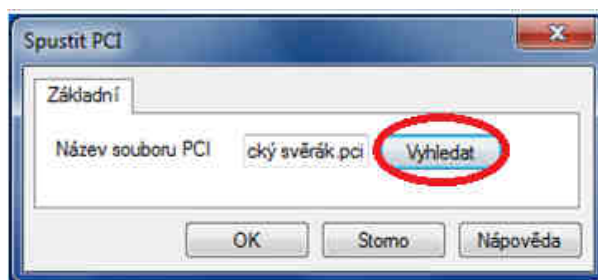
ad3. PCI proměnné mohou zůstat uložené po předchozím polohování a způsobit posun souřadného systému, nebo zabrání správnému vložení svěráku. K proměnné se lze dostat pomocí *Zobrazení/ Panely ikon/ Okna/ PCI proměnné*.



Po zobrazení okna PCI proměnných *Obr. 7.11* se rozbalí podnabídka *Proměnné uživatele* a odstraní se veškeré její soubory.

.11 PCI proměnné

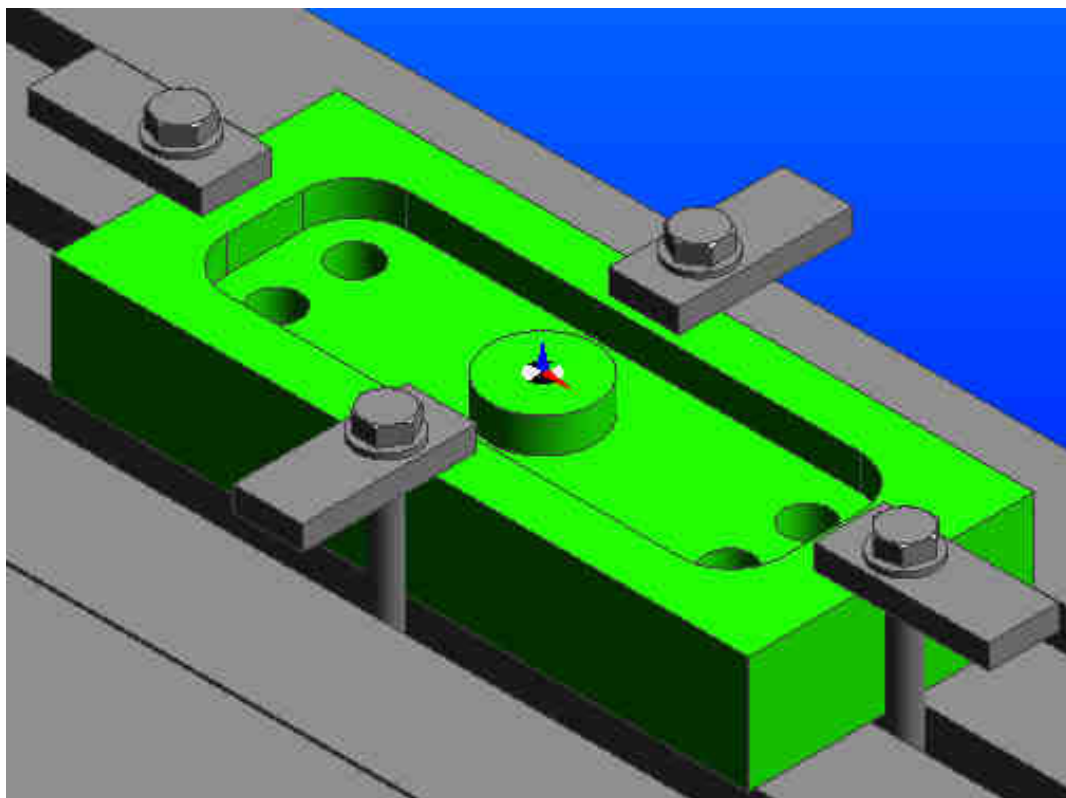
ad4. Jestliže se vyskytlo chybové hlášení, že soubor nebyl nalezen, je třeba znovu spustit makro a vyhledat jeho soubor viz *Obr. 7.12* (i přestože je název makra zobrazen v dialogovém okně).



Obr. 7.12 Vyhledání soboru makra

7.3 VLOŽENÍ UPÍNEK

Vložení upínek se řídí základními kroky v EdgeCAMU uvedenými v kapitole 7.1, vyjma fáze vložení obrobku. Obrobek se vkládá do sestavy upínek již v CAD softwaru. Sestava upínek „**upínky se stolem. aim**” zahrnující obrobek se pomocí příkazu *Soubor/ Vložit/ Model* importuje do prostředí CAM Obr. 7.13. Zde se označí upínky se stolem jako geometrie, která se nesmí obrábět *Geometrie/ Polotovar/ Upínka*.

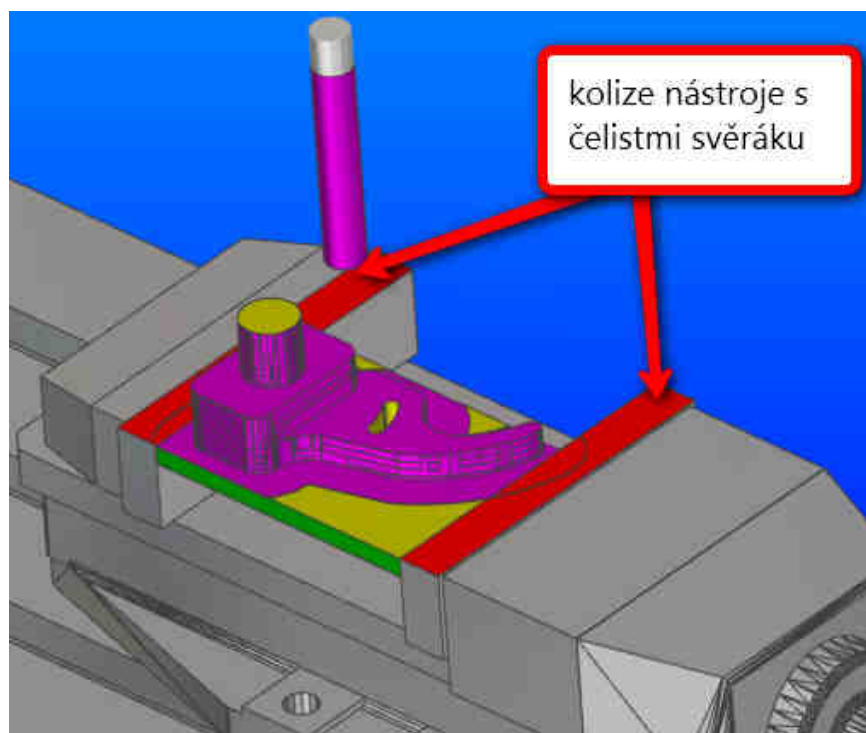


Obr. 7.13 Vložené upínky společně s obrobkem

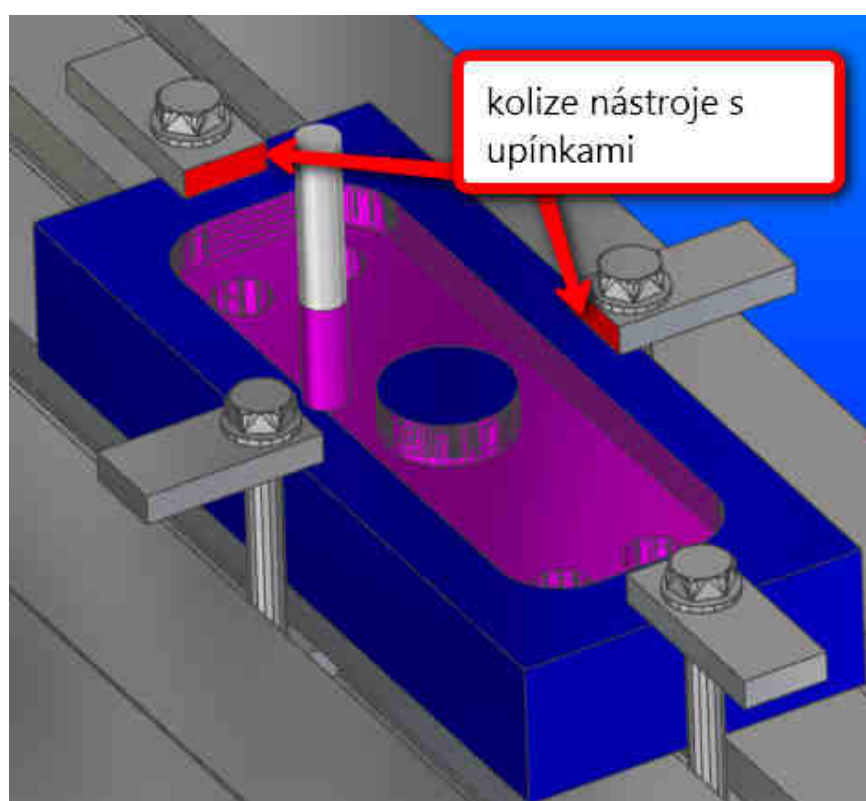
Pozn. Některé CAM systémy, např. Solidcam, umožňují propracovanou práci s vazbami. Proto při aplikaci těchto systému není nutné používat CAD systémy, ve kterých se upínací elementy polohují k obrobku a následně vkládají do CAM .

7.4 SIMULACE

Hlavní důvod zavedení upínacích přípravků do CAM systémů je dobře patrný na Obr. 7.14 a Obr. 7.15. Včasné odhalení kolizí před započítáním výroby vrátí obratem uživateli námahu a náklady, které věnoval k aplikaci upínačů do procesu ověřování.



Obr. 7.14 Kolize nástroje s čelistmi svěráku



Obr. 7.15 Kolize nástroje s upínacími rameny

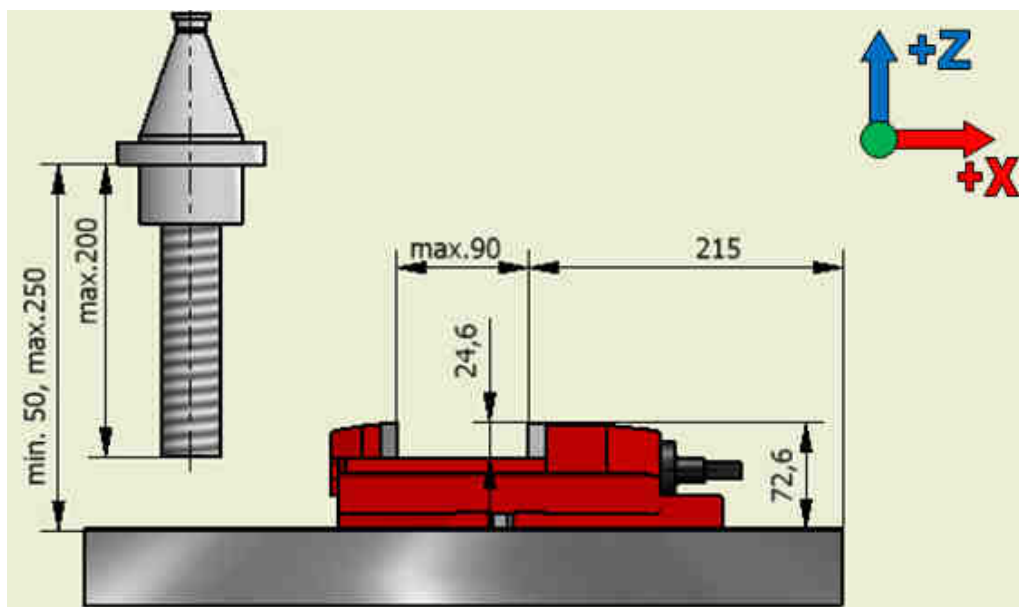
8. POZNATKY PRO PRAXI

Úkolem této kapitoly je zprostředkovat uživateli přehled o nastavení upínacích přípravků na skutečném stroji, aby odpovídalo CAD/CAM návrhu. Dále se uživatel dozví, čím je limitován při výběru polotovaru a jak lze vhodněji vyřešit konstrukci upínky.

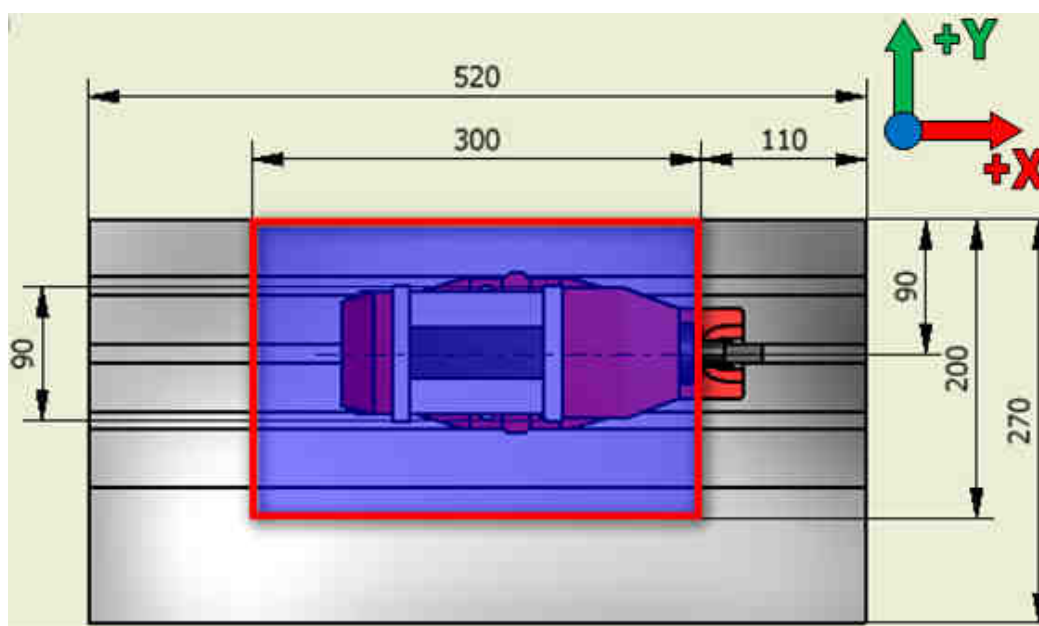
Správná aplikace upínacích přípravků je podmíněná komunikací mezi subjekty podílející se na technologii výroby. Zejména se jedná o vazby mezi technologem, programátorem a operátorem. Technolog navrhne obráběcí postup, stanoví upínací přípravky. Programátor podle postupu určí počet a umístění upínacích přípravků v CAM, vytvoří a ověří NC program. Operátor podle dokumentace od programátora (technologe) seřídí upínače na stroji tak, aby se shodovali s nastavením v CAM. Problém nastává, jestliže jsou upínače nastaveny rozdílně v CAM a na obráběcím stroji. V takovém případě hrozí kolize zapříčiněná špatnou komunikací nebo lidským selháním. Komunikaci mezi subjekty může zprostředkovávat systém CIM a PLM (kapitoly 13 a 10).

8.1 SVĚRÁK

Pro využití maximálních pracovních rozsahů stroje je doporučeno umístit svěrák vůči pracovnímu stolu totožně jako v CAM návrhu podle Obr. 8.1 a Obr. 8.2.



Obr. 8.1 Umístění svěráku vzhledem k pracovnímu stolu



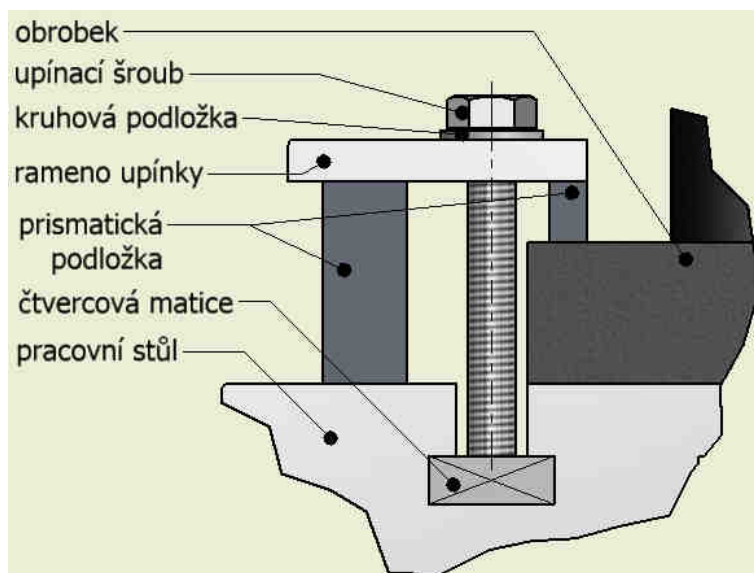
Obr. 8.2 Pracovní rozsah stolu

Tzn. nastavit vzdálenost pevné čelisti 215mm od boční hrany stolu, osu svěráku umístit na prostřední T drážku, tj. 90mm od zadní hrany stolu. Ostatní kóty slouží k určení maximálních rozměrů polotovaru a nástroje.

Svěrák slouží především k upínání polotovarů menší velikosti. Délka upnuté části polotovaru (v ose x) je limitována maximálním rozevřením čelistí svěráku na 90mm. Šířka (v ose y) a výška (v ose z) polotovaru jsou limitované pracovním prostorem frézky, tvarem obrobku, druhem a velikostí nástroje.

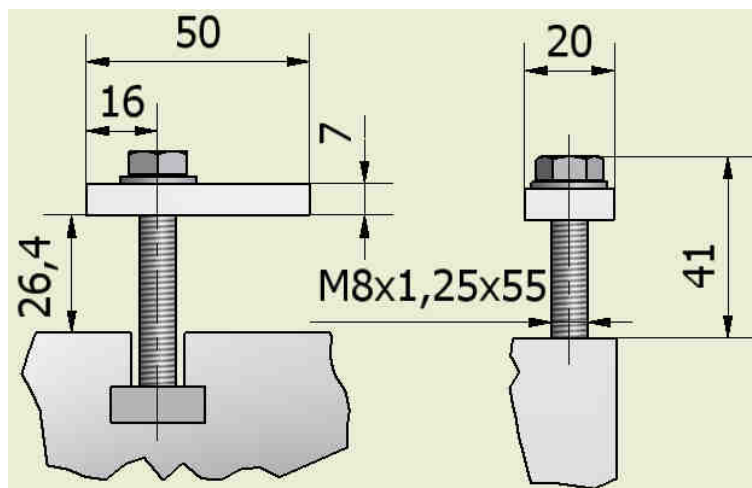
8.2 UPÍNKY

Upínky poskytují oproti svěráku možnost upínání vyšších a především delších obrobků. Nevýhodou je pomalé a méně přesné upínání, což je dané konstrukcí. Na *Obr. 8.3* je znázorněn obrobek upnutý pomocí daných upínek.



Obr. 8.3 Upínání pomocí dvou prizmatických podložek

Velikost upínaných polotovarů se řídí pracovním rozsahem stolu *Obr. 8.2* a rozsahem upínek samotných. Výška upínky je závislá na tom, do jaké míry je upínací šroub zašroubovaný v matici. Na *Obr. 8.4* je znázorněna upínka zcela zašroubovaná, jedná se tedy o nejnižší možnou polohu (bez použití zvláštních podložek pod hlavu šroubu). Teoreticky nejvyšší poloha upínky může vzrůst o výšku matice (8mm), ale v této poloze již není šroub zašroubován v matici. V simulaci je šroub naopak vyšroubován na maximum, aby se docílilo rezervy nástroje nad upínkou.



Obr. 8.4 Rozměry zcela zašroubované upínky

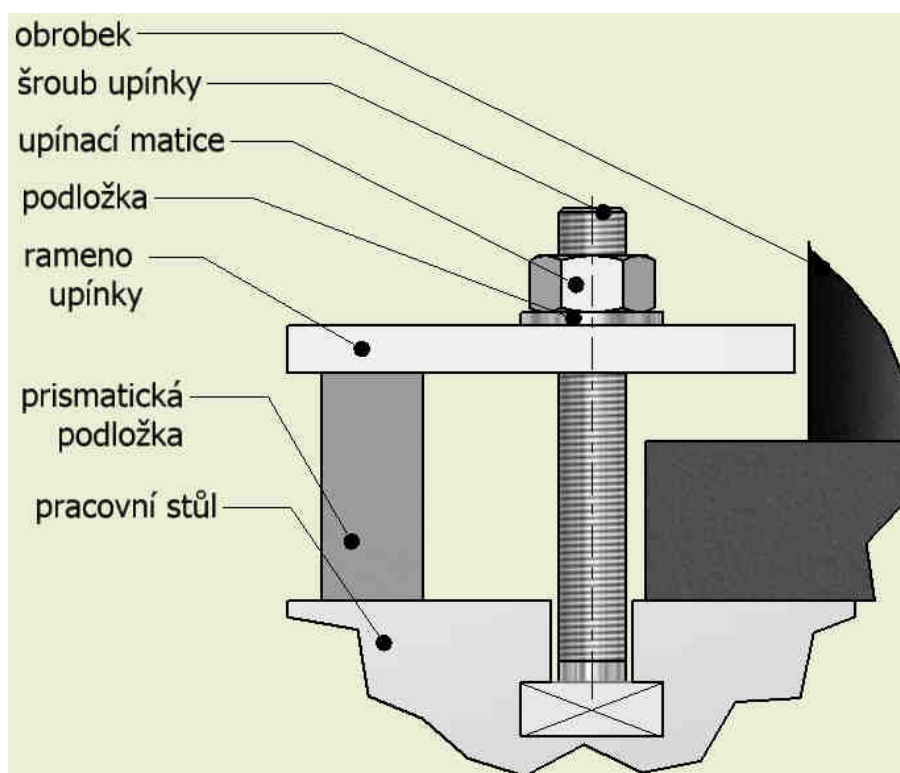
Pro správné upínání obrobků je nutné dodržet tyto zásady:

- a) upínací šroub umístit co nejbližší upínanému obrobku,
- b) upínací šroub zašroubovat co nejvíce do matice, aby nedošlo ke strhání závitů (upínka má malý upínací rozsah daný nízkou maticí, proto si lze pro nižší obrobky pomoci podložkami umístěnými pod hlavu šroubu, nebo prismatickými podložkami pod delší konec upínacího ramena),
- c) kratší konec upínacího ramena opřít o podložku, která má identickou výšku jako upínaný dílec tak, aby bylo rameno ve vodorovné poloze (to zajistí větší opěrnou plochu a tím pevnější upnutí),
- d) upínací síla musí působit na zcela podloženou plochu obrobku,
- e) upínka nesmí příliš deformovat obrobek. (15)

8.2.1 Konstrukční návrh nového řešení upínek

Upínky používané na stroji EMCO PC MILL 155 nejsou optimálně konstrukčně řešeny. Po praktické stránce mají omezené využití, což značně limituje druh a velikost upnutých součástí. Omezení jsou dána především umístěním matice na pevno v T-drážce. Matice dovoluje pouze mále výškové nastavení upínky. Výšku upínacího ramena lze regulovat šroubem (čím více je šroub vyšroubovaný, tím méně závitů je v kontaktu se závity matice, proto hrozí strhání závitů). Další způsob regulace výšky upínacího ramena je pomocí podložek. Prismatické podložky se musí umísťovat mezi rameno a upínací stůl (což je běžné i u jiných mechanických upínek), ale i netypicky mezi rameno a obrobek, což zvyšuje požadavky na počet podložek, snižuje stabilitu upnutí, prodlužuje čas potřebný pro upnutí a zvyšuje riziko nárazu nástroje do podložky.

Výše uvedené důvody jsou příčinou nového konstrukčního návrhu upínek zobrazeného na *Obr. 8.5*.



Obr. 8.5 Konstrukční řešení nové upínky

Tento návrh má pouze nastínit, jak zlepšit stávající stav upínacích přípravků na EMCO PC MILL 155. Stanovení konečných rozměrů upínek by měl navrhnout konstruktér po zvážení technologických požadavků na upínání a vzhledem k pracovním rozsahům stroje.

Nové řešení umožňuje plynulé nastavení výšky upínacího ramena pomocí šestihranné matice. Tím odpadá nutnost použití dalších prismatických podložek na rozdíl od stávajících upínek na *Obr. 8.3*. Po rozměrové stránce by šroub mohl být delší při větším jmenovitém průměru, což umožní upnutí vyšších obrobků při zvýšení tuhosti upínek.

Pozn. Maximální průměr dřívku šroubu je dán šířkou T-drážky v nejužším místě (12mm).

Výsledkem této podkapitoly je konstrukční návrh upínky, který je oproti stávajícím upínkám flexibilnější, stabilnější, rychleji se ustavuje a lépe se ověřuje v CAM systémech. Tento návrh by měl v konečném důsledku usnadnit uživatelům především z řad studentů aplikaci upínek v praxi.

9. ZÁVĚR

Bakalářská práce usiluje o předložení komplexních poznatků v oblasti zavádění upínacích přípravků do CAD/CAM systémů. Vysvětluje základní pojmy náležící do odvětví výroby pomocí CNC strojů zahrnující počítačem řízenou výrobu.

Čtenář si osvojí teoretické i praktické informace o tom, jak se modely upínacích přípravků vytvářejí, upravují a používají v CAD/CAM systémech. Zároveň získá představu o stavu ověřování upínacích přípravků v CAM systémech a zjistí, čím je limitován při aplikaci v praxi. Podle uvedených postupů by měl uživatel samostatně ovládat a upravovat vytvořené modely upínacích přípravků, ale i vytvářet své vlastní návrhy a aplikovat je do procesu ověřování v systému EdgeCAM.

Hlavním přínosem práce je vytvoření souborů modelu upínek „**Upínky se stolem. aim**” a makra svěráku „**Parametrický svěrák.pci**”. Tyto soubory jsou určeny především studentům k přesnému ověření správnosti jejich NC programů v CAM systému EdgeCAM. Modely upínacích přípravků mohou být využívány jako podklad pro tvorbu technologických postupů frézování. Makro svěráku lze aplikovat i na ostatní upínací přípravy podobné konstrukce v rámci pracoviště katedry.

Práce předkládá nový konstrukční návrh upínek, který je oproti stávajícímu řešení flexibilnější, stabilnější, rychleji se ustavuje a lépe se ověřuje v CAM systémech. Pakliže se tento návrh dočká praktické realizace, měl by v konečném důsledku zlepšit jakost upnutí, zvýšit velikosti používaných obrobků a usnadnit uživatelům obsluhu upínek.

V návaznosti na tento dokument se předpokládá vznik diplomové práce, která by měla zcela vyřešit otázku automatického vkládání veškerých upínacích přípravků používaných katedrou pomocí parametrického makra.

10. POUŽITÁ LITERATURA

1. SADÍLEK, Marek. *CAM systémy v obrábění 1*. Ostrava : VŠB - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2008. 153 s. ISBN 978-80-248-1821-4.
2. *Delcam* [online]. 2008 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <www.delcam.cz>.
3. *CAD* [online]. 2010 [cit. 2010-03-15]. Dostupné z WWW: <www.cad.cz>
4. *Technická univerzita v Libereci* [online]. 2009 [cit. 2010-03-3]. Dostupné z WWW: <<http://www.kod.tul.cz/>>.
5. VASKÝ, Josef. *CAD/CAM systémy*. Bratislava : Slovenská technická univerzita, 2003. 255 s. ISBN 80-227-1882-3.
6. KURIC, Ivan, et al. *Počítačom podporované systémy v strojarstve*. Žilina : Žilinská univerzita, 2004. 351 s. ISBN 80-7100-948-2.
7. BÍLÍK, Oldřich; VRABEC, Martin . *Technologie obrábění s využitím CAD/CAM systémů*. Ostrava : VŠB - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2002. 136 s. ISBN 80-248-0034-9.
8. *Česká zemědělská univerzita v Praze* [online]. 28.5.2006 [cit. 2010-04-5]. Dostupné z WWW: <<http://vrecision.plarmy.org/cad/>>.
9. *Technický týdeník* [online]. 2002 [cit. 2010-05-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.techtydenik.cz/>>.
10. *MM průmyslové spektrum* [online]. 2002 [cit. 2010-03-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.mmspektrum.com>>.
11. ŠTULPA, Miroslav. *CNC obráběcí stroje a jejich programování*. Praha : BEN, 2006. 126 s. ISBN 80-7300-207-8.
12. *EMCO* [online]. 2009 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.emco.at>>.
13. *RÖHM Spanntechnik* [online]. 2009 [cit. 2010-05-21]. Dostupné z WWW: <www.roehm.biz>. RÖHM Spanntechnik
14. *Wikipedie* [online]. 2000 [cit. 2010-05-14]. Dostupné z WWW: <cs.wikipedia.org>.
15. BRYCHTA, Josef. *Obrábění 1*. Ostrava : VŠB - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2004. 120 s. ISBN 80-248-0577-4

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. M. Sadílkovi, Ph.D. za konkrétní odborné připomínky, které přispěly ke zkvalitnění předkládané práce.